Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 38, No. 1, Spring 2024, p. 179-193

Effect of Net Shading in Improving Environmental Conditions and Reducing Fruit Cracking, Sunburn and Aril Paleness of Pomegranate Fruit cv. Rabbab

A. Bonyanpour[1]*

1- Crop and Horticulture Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: a.bonyanpour@areeo.ac.ir)

Received: 27-07-2023 Revised: 02-11-2023 Accepted: 04-11-2023 Available Online: 05-11-2023	**How to cite this article:** Bonyanpour, A. (2024). Effect of net shading in improving environmental conditions and reducing fruit cracking, sunburn and aril paleness of pomegranate fruit cv. Rabbab. *Journal of Horticultural Science, 38*(1), 179-193. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2023.83640.1278

Introduction

Pomegranate is a native fruit tree to Iran and has the best growth and performance in subtropical climate conditions. In recent years, due to environmental stresses conditions such as high temperature, high light intensity and low irrigation water a large number of orchards have faced to physiological problems such as fruit cracking, sunburn and a decrease in fruit quality. The high temperature along with high evaporation and transpiration can be considered as the main cause of these abnormalities, which causes disturbances in the process of plant metabolism and finally causes physiological disorders. Sunburn of the fruit is caused by high temperature and high sunlight intensity and has a negative effect on all the quality characteristics of the pomegranate fruit. Using net shade is one of the recommended ways to reduce the impact of climate change. Application of net shading in areas with high radiation levels has led to a decrease in the intensity of light radiation received by the canopy of the trees, which causes a decrease in the temperature of the leaf surface, and decrease the level of evaporation and transpiration in the trees.

Materials and Methods

This research was conducted during 2019-2020 for 2 years in a private orchard in the Kohmar area of Kazeron city of Iran. ́Rabab̕ pomegranate trees that were planted at a distance of 5 x 5 m and 15 years old were used. In this research, the effect of different types of net shading was investigated. The experiment was conducted as a randomized complete block design with 9 treatments and three replications in two years. The experimental treatments included the use of net shading in white and green colors with two different shading (30% and 50%) and two implementation methods (on the base and on the canopy of the tree) which were compared with control trees (without cover). During the growing season, measurements were made in relation to leaf temperature, sunlight intensity, soil moisture, relative water content of leaves, fresh and dry matter of leaves, and prolin content, and at the time of harvest, the percentage of sunburn, cracking and aril paleness of the fruit, thickness of fruit peel and anthocyanin content of fruit juice in all treatments were measured.

Results and Discusions

The use of net shading increased the quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. The results of this research showed that the use of white and green nets 50% and green net 30% on the base had the best results. By using the appropriate type of net shading, the temperature of the pomegranate tree was reduced by

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.83640.1278

about 6 degrees Celsius. Net shading also reduced the light intensity by at least 50%; the reduction of light intensity in green nets was more than in white nets.

The highest relative water content was 85% in the green net shade (50% with base) treatment. Net shading significantly increased the water content of the leaves compared to the control.

The use of net shading significantly reduced the percentage of sunburn on fruits compared to the control. Sunburn was about 14% in the control treatment and less than 5% in the net shading treatments. Net shading reduced the percentage of fruit cracking from 15 percent in the control treatment to about 7 percent in all shading treatments.

Conclusion

The use of net shading as a cover for pomegranate trees reduces the temperature of the canopy of the plant by reducing the radiation of the sun, and by better maintaining the moisture of the soil of the pomegranate tree. It reduces the heat and drought stress condition and has a positive effect on the quantity and quality of the fruit produced. Among the treatments used, the use 3 types of net including 50% white nets on the base, and 30% and 50% green nets on the base had the best results. These treatments better than others in terms of shading percentage, temperature reduction, and improving the quantity and quality of pomegranate fruits . Net shading should be installed when the fruits are about 5 to 7 cm in diameter and will remain on the tree until mid-September. This type of tree shading did not leave any side effects on the quantity and quality of the fruits.

Keywords: Anticyclonic, Fruit quality, Net shading, Physiological disorder, Soil moisture

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۱، بهار ۱٤۰۳، ص. ۱۹۳-۱۷۹

تأثیر استفاده از سایبان در بهبود وضعیت محیطی و کاهش میزان ترکیدگی، آفتاب‌سوختگی و دانه‌سفیدی میوه انار رقم رباب

علیرضا بنیان پور [1*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

چکیده

انار گیاه بومی ایران بوده و بهترین رشـــد و نمو و عملکرد را در مناطق نیمه گرمســـیری دارا می‌باشـــد. با این وجود به علت افزایش دما و تنش‌های محیطی که در سـال‌های اخیر در مناطق انارخیز شـیوع یافته اسـت باغ‌های زیادی با افزایش مشـکلات فیزیولوژیکی مانند ترکیدگی، آفتاب‌سـوختگی و کاهش کیفیت میوه روبرو گردیده‌اند. اسـتفاده از سـایبان یکی از راه‌کارهایی اسـت که جهت کاهش تأثیر تغییرات آب و هوایی پیشـنهاد می‌گردد. به این منظور در این پژوهش تأثیر انواع مختلف سایبان مورد برر سی قرار گرفت. این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تـ صادفی با ۹ تیمار و سه تکرار در دو سال اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ا ستفاده از سایبان به رنگ‌های سفید و سبز با دو شدت سایه‌دهی متفاوت (۳۰ و ۵۰ در صد) و دو روش اجرا (روی پایه و روی تاج درخت) بود که با درختان شاهد (بدون پو شش) مقایـسه شدند. برا ساس نتایج ا ستفاده از سایبان باعث کاهش میانگین دمای تاج درخت و شدت نور و حفظ رطوبت خاک شد. در مجموع استفاده از سایبان‌های سفید (۵۰ درصد) یا سبز (۳۰ و ۵۰ درصد) نصب شده روی پایه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نـشان ندادند. ا ستفاده از این نوع توری‌ها باعث کمترین میزان آفتاب سوختگی (حدود ۲ در صد) و دانه سفیدی (۱۰ در صد) میوه شد همچنین از لحاظ ترکیدگی میوه نیز تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد. در این تیمارها آریل‌ها با دارا بودن حدود ۴۰۰ میلی گرم آنتوسیانین در لیتر آب میوه از بهترین تیمارها از لحاظ رنگ دانه میوه بودند. این در حالی اســـت که این تیمارها هیچ‌گونه اثر منفی در رابطه با کاهش عملکرد و یا کاهش بازارپسندی میوه نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، رطوبت خاک، سایه‌دهی، کیفیت میوه، مشکلات فیزیولوژیک

مقدمه

انار (.*Punica granatum* L) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور به شمار می‌رود. براساس بررسی‌های صورت گرفته منشاء و محل پیدایش درخت انار فلات ایران و کشورهای مجاور آن است و در واقع گسترش انار به سایر مناطق دنیا از این منطقه صورت گرفته است (Holland *et al*., 2009). استان نیز فارس یکی از مناطق مهم کشت انار در ایران به شمار می رود به‌طوری‌که براساس آمارهای (Iran Agriculture Statics, 2020) موجود حدود ۲۰ درصد سطح زیر کشت انار مربوط به این استان است. رقم غالب انار تحت کشت در استان فارس رقم رباب است این رقم دارای ویژگی‌های مطلوبی از لحاظ کیفیت میوه (Bonyanpour & Jamali, 2022) و تحمل به تنش های محیطی مانند خشکی می‌باشد (Esna-Ashari & Hassani Moghadam, 2021). بیشتر مناطق انارکاری ایران در مناطق گرم و خشک قرار دارند به‌طوری‌که در اکثر این مناطق در طول فصل تابستان دما به بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد که این امر همراه با شرایط کم آبی و خشکسالی حادث شده در سال‌های اخیر باعث شده که ناهنجاری‌های فیزیولوژیک مانند آفتاب‌سوختگی، ترکیدگی و دانه سفیدی میوه در این مناطق افزایش یابد و باعث آسیب فراوانی به باغ های مناطق انار کاری گردد (Meighani *et al*., 2017). گرمای بالای محیط به همراه تبخیر و تعرق زیاد را می‌توان علت اصلی این

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: a.bonyanpour@areeo.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.83640.1278

ناهنجاری‌ها دانست که باعث اختلال در روند سوخت و ساز گیاه و در نهایت میوه شده و باعث ایجاد اختلالات فیزیولوژیک می‌گردد. آفتاب‌سوختگی میوه در اثر دمای بالا و شدت زیاد نور مستقیم خورشید ایجاد می‌شود و بر تمام ویژگی‌های کیفی میوه انار تأثیر منفی می‌گذارد (Narjesi, 2021) گرمای آفتاب باعث ایجاد دانه‌هایی کم‌آب و سفید رنگ در زیر بخش آفتاب‌سوخته شده و از بازارپسندی و فرآوری میوه می‌کاهد (Yazici *et al*., 2005). در میوهٔ انار آفتاب‌سوختگی هنگامی رخ می‌دهد که دمای سطح میوه به بالای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسیده باشد. میزان آسیب و زیان ناشی از عارضهٔ آفتاب‌سوختگی در برخی نواحی ۴۰ تا ۵۰ درصد گزارش شده‌است (Yazici & Kaynak, 2009). استفاده از پوشش سایبان یکی از راه کارهایی است که می‌تواند باعث بهبود کیفیت میوه انار شود، با این وجود گزارش‌های علمی در زمینه کاربرد پوشش سایبان و تاثیر آن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه‌های انار در مناطق گرم و خشک ایران محدود می‌باشد. در این رابطه گزارش گردیده که استفاده از پوشش توری سبز ۵۰ درصد باعث کاهش میزان آفتاب سوختگی میوه و افزایش میزان ویتامین ث، آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان و ترکیبات فنولی میوه انار رقم قجاق در مقایسه با شاهد شد (Moradi *et al* ., 2022). همچنین نرجسی (Narjesi, 2021) در پژوهشی که در شهرستان ساوه انجام داد بهترین نوع سایبان جهت حفظ کمیت و کیفیت میوه و کاهش آفتاب‌سوختگی انار ملس ساوه را پوشش توری سفید با سایه‌دهی ۵۰ درصد دانست. در پژوهشی که در کشور هند در رابطه با کاربرد تأثیر رنگ‌های مختلف پوشش توری و تأثیر آن در کمیت و کیفیت میوه انار انجام شد مشخص گردید که استفاده از پوشش توری سیاه در مقایسه با توری سبز و قرمز نتایج بهتری در کاهش میزان آفتاب‌سوختگی داشته و باعث قرمزتر شدن رنگ آریل و پوست میوه و افزایش حدود ۲۰ درصدی میزان آب میوه در مقایسه با شاهد شد (Kale *et al*., 2018). آسیب‌های وارده به میوه درختان در اثر عوامل محیطی بطور عمده شامل آسیب‌های ناشی از شدت نور و دمای بالا است که بیشتر به علت نور مرئی و نامرئی خورشید اتفاق می‌افتد (Glenn *et al*., 2008). اثرات مضر ناشی از اشعه ماوراء بنفش بر درختان میوه بیشتر ناشی از تأثیر مخرب نور بر سیستم فتوسنتز گیاه می‌باشد که باعث افزایش میزان ROS و کاهش انتقال الکترون در گیاه می‌گردد (White & Jahnke, 2002). آسیب‌های اولیه تنش گرمایی و نوری در انار شامل تغییر رنگ یا سوختگی سطحی میوه است که درحالت شدید، پوست میوه از قهوه‌ای به سیاه تغییر رنگ داده و باعث کاهش محتوای آب و خشکی آریل‌ها (دانه میوه انار) می‌شود (Yazici & Kaynak, 2009). به‌دلیل خشکی پوست میوه انار ترک خوردن میوه‌ها اتفاق افتاده و این میوه‌ها دارای دانه‌های کم‌آب و سفید رنگ در قسمت زیر بخش آفتاب سوخته هستند که این امر باعث کاهش کیفیت و ارزش آنها حتی برای فرآوری می‌شود (Yazici & Kaynak, 2006). آفتاب‌سوختگی به واسطه‌ی بروز دما و نور شدید رخ می‌دهدکه بطور معمول در سال‌های اول باردهی بیشتر مشاهده می‌شود که این امر نیز به علت پوشش کم میوه‌ها توسط برگ ها در بخش جنوب غربی درخت می‌باشد (Glenn *et al*., 2002; Schrader *et al*., 2002). عوامل محیطی مانند کمیت و کیفیت نور سطح کانوپی (Zhou *et al*., 2018)، درجه حرارت خاک (Tinyane *et al*., 2018) و رطوبت نسبی (Blakey *et al*., 2016) تحت تأثیر توری سایبان قرار می‌گیرند. ایجاد سایه‌دهی متوسط توسط سایبان‌ها باعث کاهش دمای سطح برگ و میزان تبخیر و تعرق شده و در نتیجه افزایش فتوسنتز و تولید بیشتر کربوهیدرات، افزایش راندمان مصرف آب و افزایش کیفیت محصول را باعث می‌گردد (Shahak, 2008). استفاده از پوشش سایبان در مناطقی با میزان تابش بالا منجر به کاهش شدت تابش نور وارده به تاج درختان شده که این امر باعث کاهش دمای سطح برگ، کاهش تنش کم‌آبی و گرمایی و کاهش سطح تبخیر و تعرق در درختان می‌گردد و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز، افزایش عملکرد، اندازه میوه و افزایش دوره برداشت اتفاق می‌افتد (Amarante *et al*., 2010؛ Treder *et al*., 2016). هدف از این پژوهش بررسی تأثیر رنگ و میزان سایه‌دهی پوشش‌های توری بر کنترل ناهنجاری‌های فیزیولوژیک میوه انار و بهبود ویژگی‌های میوه در شرایط آب و هوایی گرم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

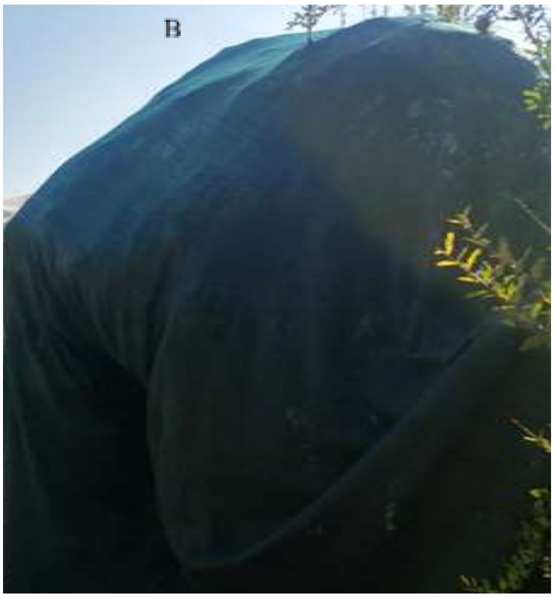
این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ به‌مدت ۲ سال در یک باغ خصوصی در منطقه کهمره شهرستان کازرون دارای درختان انار رقم رباب که به فاصله ۵ ×۵ کشت شده و ۱۵ سال سن داشتند اجرا شد. باغ بوسیله سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شد و درختان در سن باردهی کامل بودند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر پلات آزمایشی شامل دو درخت بود و به‌عبارت دیگر در هر تکرار جهت هر تیمار ۲ عدد درخت انتخاب شد. تیمارها به دو صورت پوشش کامل درخت با انداختن توری روی تاج درخت و یا سایه‌دهی در بالای سطح تاج درخت با نصب پایه به ارتفاع ۴ متر انجام شد. توری‌ها به دو رنگ سبز و سفید بودند و با سایه‌دهی ۳۰ و ۵۰ درصد انتخاب شدند که در نهایت ۹ تیمار جهت اجرای آزمایش در نظر گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱- تیمارهای مختلف مورد استفاده در آزمایش
Table 1- Different treatments used in the experiment

نوع توری، رنگ و درصد سایه‌دهی Net type, color, and the percentage of shading	تیمار Treatments
شاهد، بدون پوشش سایبان Control (without shading)	C
پوشش سایبان سفید ۳۰ درصد نصب روی پایه White net with 30% shading on Base	W30%B
پوشش سایبان سفید ۳۰ درصد روی تاج درخت White net with 30% shading on Canopy	W30%NB
پوشش سایبان سفید ۵۰ درصد نصب روی پایه White net with 50% shading on Base	W50%B
پوشش سایبان سفید ۵۰ درصد روی تاج درخت White net with 50% shading on Canopy	W50%NB
پوشش سایبان سبز ۳۰ درصد نصب روی پایه Green net with 30% shading on Base	G30%B
پوشش سایبان سبز ۳۰ درصد روی تاج درخت Green net with 30% shading on Canopy	G30%NB
پوشش سایبان سبز ۵۰ درصد نصب روی پایه Green net with 50% shading on Base	G50%B
پوشش سایبان سبز ۵۰ درصد روی تاج درخت Green net with 50% shading on Canopy	G50%NB

در تیمارهای سایه‌دهی با پایه، تورها بطور کامل در ۴۰ سانتی‌متری بالای تاج درخت روی پایه‌هایی به ارتفاع ۴ متر نصب شدند (شکل ۱-A)، به‌طوری‌که درختان و فاصله بین ردیف‌ها در سایه‌دهی کامل قرار گرفتند. در تیمارهای سایه‌دهی روی تاج درخت، توری‌ها بطور مستقیم روی درختان پهن شدند بطوری‌که چهار سمت درخت در سایه قرار داشت و فاصله بین درختان با توری پوشانده نشد (شکل ۱-B). در زمان انجام آزمایش کلیه عملیات نگهداری باغ شامل تغذیه، هرس، دفع علف‌های هرز و مبارزه با آفات براساس اصول علمی و برای کلیه تیمارها بطور یکنواخت انجام شد. سایبان‌ها اوائل خرداد یعنی زمانی‌که میوه‌ها به اندازه گردو شدند نصب شد و تا حدود یک ماه قبل از زمان برداشت میوه (زمان برداشت اوائل آبان ماه بود) توری‌ها باقی‌مانده و سپس جمع‌آوری شدند.





شکل ۱- A نصب توری سفید ۵۰ درصد روی پایه و B پوشش کل درخت با توری سبز بدون استفاده از پایه
Figure 1 -A: Installing 50% white shade net on the bases, B: Covering the entire trees with 50% green shade net without using a base

دمای چهار جهت بیرونی تاج درخت با کمک دماسنج مادون قرمز (ساخت شرکت Tes تایوان) و میزان شدت نور در فاصله یک متری زیر پوشش توری با دستگاه نورسنج (ساخت شرکت Lutron تایوان) در تیرماه و مرداد ماه در ساعت ۱۲ ظهر اندازه‌گیری شد. همچنین میزان رطوبت خاک دو بار در طول فصل رشد و قبل از آبیاری به‌صورت درصد وزنی اندازه‌گیری شد. به این منظور در قسمت سایه‌انداز درخت و در

قسمت شمالی و جنوبی درخت به فاصله ۵۰ سانتی‌متری از تنه و ۳۰ سانتی‌متر از قطره چکان‌ها دو گودال به عمق ۳۰ سانتی‌متر حفر شد و حدود نیم کیلوگرم خاک از انتهای هر گودال برداشت شد و با هم مخلوط گردید و از این خاک جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خاک استفاده شد. محتوای نسبی آب برگ‌ها در مرداد ماه اندازه‌گیری شد (Hanson & Hitz, 1982). به این منظور ۱۰ دیسک برگی هم‌اندازه از برگ‌های درختان هر تکرار با دقت بریده، جدا و وزن شدند، با اندازه گیری وزن آنها وزن‌تر این دیسک‌ها بدست آمد (FW). سپس دیسک‌ها برای ۴۸ ساعت در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی در آب مقطر قرار داده شدند و سپس وزن شدند تا وزن‌تر اشباع آنها مشخص شود (TW). این دیسک‌ها درون آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای ۳ روز خشک شدند و وزن خشک آنها نیز اندازه‌گیری شد (DW). برای تعیین محتوای نسبی آب برگ‌ها از فرمول زیر استفاده شد.

$$(FW\text{-}DW)/(TW\text{-}DW) \times 100$$ = درصد محتوای نسبی آب برگ‌ها (RWC).

برای اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک برگ‌ها تعداد ۴۰ عدد برگ از برگ‌های کاملا رشد کرده از ۴ سمت درخت که در فاصله ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انتهای شاخه بودند چیده شد. برگ‌ها با هم مخلوط شده و ۱۰ عدد برگ به صورت تصادفی انتخاب شد و وزن گردید عدد فوق بر ۱۰ تقسیم شد تا متوسط وزن یک عدد برگ تازه بدست آید. سپس این برگ‌ها (۱۰ عدد برگ) در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شدند و پس از خشک شدن وزن گردیدند. عدد بدست آمده بر ۱۰ تقسیم شد تا متوسط وزن خشک یک عدد برگ بدست آید.

جهت اندازه‌گیری میزان اسید آمینه پرولین برگ از روش (Bates *et al*., 1973) استفاده شد. در این روش نیم‌گرم نمونه برگ را پودر کرده و در لوله‌های آزمایش قرار داده و ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳ درصد به آن افزوده شد. پس از پوشاندن سطح هر لوله، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در یخچال نگهداری شدند. این محلول (محلول برگ و اسید سولفوسالسیلیک) با استفاده از کاغذ صافی صاف شد و سپس ۲ میلی‌لیتر ازمحلول صاف شده با ۲ میلی‌لیتر معرف نا‌ین‌هیدرین (برای تهیه این معرف ۱/۲۵ گرم ناین هیدرین در ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک و ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار حل شد) آمیخته و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک به هر لوله اضافه شد. نمونه‌ها به مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در آب در حال جوش قرار داده شدند و پس از خروج از حمام به مدت ۱۵ دقیقه در یخ قرار گرفتند تا واکنش متوقف شود. پس از سرد شدن، به هر لوله، ۴ میلی‌لیتر تولوئن افزوده شد و نمونه‌ها با ورتکس به مدت ۱۵ ثانیه هم زده شدند. در داخل لوله، ۲ فاز که به‌طور کامل از هم قابل تشخیص بودند، تشکیل شد که از فاز رویی برای تعیین غلظت پرولین با توجه به منحنی استاندارد پرولین و با قرائت جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر استفاده شد. در نهایت غلظت پرولین به‌صورت میکرومول در گرم وزن‌تر گزارش شد.

به‌منظور تعیین درصد ترک‌خوردگی و آفتاب‌سوختگی میوه ابتدا کل میوه‌های یک درخت شمارش شد و سپس با شمارش تعداد میوه‌های آفتاب‌سوخته و ترک‌خورده درصد ترک‌خوردگی و آفتاب‌سوختگی میوه‌ها تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری ضخامت پوست میوه از هر درخت ۴ عدد میوه انتخاب شد، این میوه‌ها از قسمت میانی و در محلی که میوه‌ها بزرگترین قطر را دارا بودند برش داده شده و دو قسمت شدند سپس با استفاده از کولیس دستی ضخامت پوست در ناحیه برش داده‌شده تعیین گردید. به‌منظور تعیین تأثیر کاربرد سایبان روی رنگ پوست میوه‌ی (پوست خارجی میوه) تیمارهای بکار برده شده از لحاظ تغییر رنگ پوست میوه با یکدیگر مقایسه شدند. به این منظور به میوه‌ای که رنگ کاملا قرمز داشت (مشابه رنگ میوه رقم رباب) عدد ۱۰۰ داده شد و میوه‌هایی که قرمز روشن بودند بسته به مقدار قرمزی پوست میوه عدد ۷۵ تا ۱۰۰، میوه‌هایی که صورتی بودند بسته به رنگ میوه عدد ۵۰ تا ۷۵ و میوه‌های صورتی کم‌رنگ عدد ۲۵ تا ۵۰ برای آن‌ها در نظر گرفته شد و بر همین اساس میوه‌ها از لحاظ رنگ با یکدیگر مقایسه شدند. برای تعیین میزان دانه سفیدی میوه در هر درخت تعداد ۱۰ عدد میوه از جهت‌های مختلف درخت بطور تصادفی چیده شدند و این میوه‌ها دانه شدند و چنانچه آریل‌های میوه سفید، قهوه‌ای و یا بی‌رنگ بود به‌عنوان میوه دانه سفید یادداشت شد و در نهایت درصد دانه‌سفیدی میوه‌های هر درخت محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی آب میوه تهیه شد (با آب میوه‌گیری دستی) و سپس آنتوسیانین آب میوه به روش اختلاف pH و با کمک دو سیستم بافر کلرید پتاسیم (۰/۰۲۵ مولار و pH=1) و استات سدیم (۰/۴ مولار و pH=4/5) اندازه‌گیری شد (Jamali *et al*., 2015). به ۰/۴ میلی‌لیتر از آب میوه ۳/۶ میلی‌لیتر از هر یک از بافرها اضافه گردید و سپس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۵۱۵ و ۷۰۰ نانومتر قرائت شد. میزان آنتوسیانین موجود درآب میوه با استفاده از فرمول زیر و بر حسب میلی گرم آنتوسیانین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه گزارش گردید.

$$A = (A_{515} - A_{700})\ pH\ 1.0 - (A_{515} - A_{700})\ pH\ 4.5$$

A_{515} جذب نوری در طول موج ۵۱۵ نانومتر

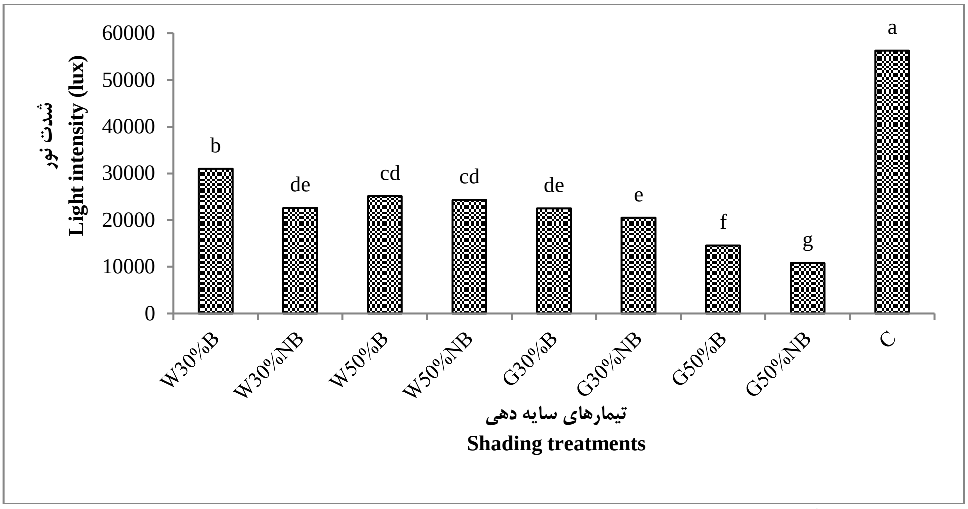
A_{700} جذب نوری در طول موج ۷۰۰ نانومتر

تجزیه آماری: تجزیه واریانس و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری شدت نور و دما

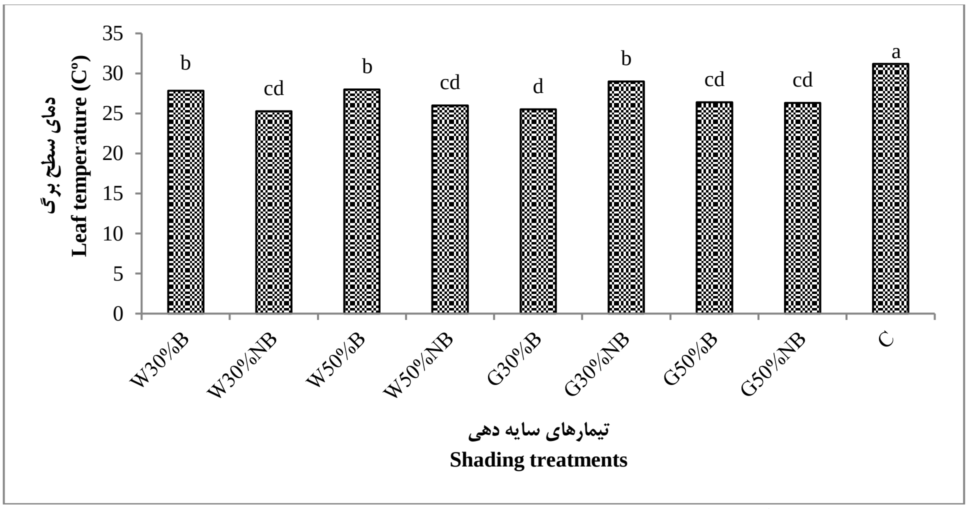
نتایج اندازه‌گیری شدت نور در زیر پوشش‌های مختلف توری در شکل ۲ آورده شده است. کمترین شدت نور (۱۰۸۰۰ لوکس) در تیمار پوشش توری سبز ۵۰ درصد بدون پایه مشاهده شد (G50%NB) و بعد از آن در تیمار توری سبز ۵۰ در صد با پایه (G50%B). شدت نور زیرتوری‌ها بطور متوسط ۱۴۵۷۰ لوکس بود. بیشترین شدت نور (۵۶۳۳۰ لوکس) در تیمار شاهد ثبت گردید.



شکل ۲- تأثیر کاربرد انواع مختلف پوشش توری روی درختان انار رقم 'رباب' بر کاهش شدت نور

Figure 2- The effect of different types of net shading on pomegranate trees cv. Rabbab on the reduction of light intensity (DMRT, $p \leq 0.05$)

نتایج اندازه‌گیری دمای برگ در ماه‌های تیر و مرداد نشان‌داد که استفاده از سایبان باعث کاهش دمای سطح برگ و تاج گیاهان شد. کمترین دما در تیمار G30%B با ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که با تیمارهای W50%NB، W50%B، W30%NB G50%NB تفاوت معنی‌داری نداشت اما با شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. بیشترین دمای سطح برگ مربوط به تیمار شاهد با ۳۱ درجه سانتی‌گراد بود که با تمام تیمارها تفاوت معنی داری داشت. بررسی‌ها نشان داد که استفاده از سایبان سبز ۳۰ درصد روی پایه می‌تواند تا حدود ۶ درجه سانتی‌گراد دمای سطح برگ و تاج درخت را کاهش دهد (شکل ۳).

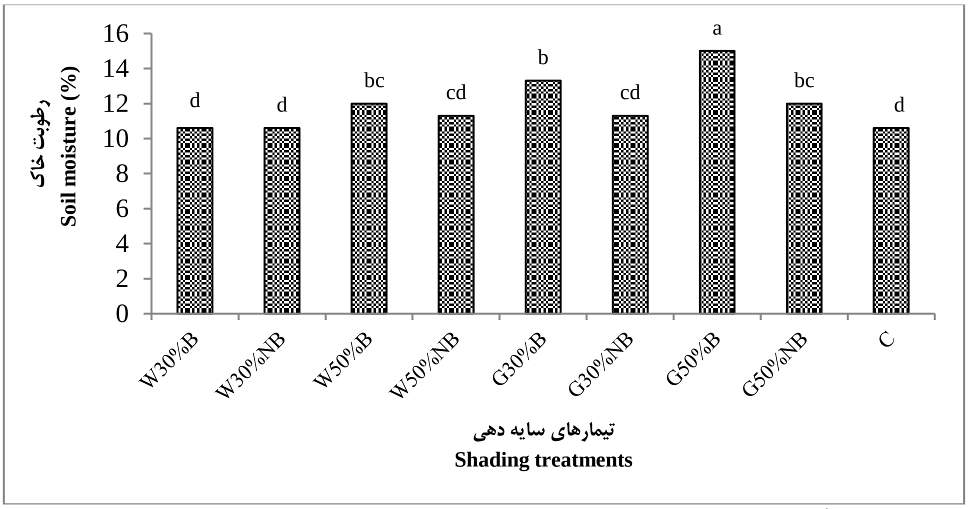


شکل ۳- تأثیر کاربرد انواع مختلف سایبان بر دمای سطح برگ درختان انار رقم 'رباب'

Figure 3- The effect of using different types of net shading on leaf temperature of pomegranate trees cv. Rabbab (DMRT, $p \leq 0.05$)

نتایج اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک

نتایج اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک در تیمارهای مختلف سایبان نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت خاک در زیر پوشش‌ها در مقایسه با تیمار شاهد داشت. بیشترین میزان رطوبت خاک در تیمار پوشش سبز ۵۰ درصد با پایه به میزان ۱۵ درصد وزنی مشاهده شد که نسبت به تمام تیمارها در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. کمترین رطوبت خاک در تیمارهای شاهد و پوشش توری سفید ۳۰ درصد بدون پایه به میزان ۱۰/۶ درصد وزنی مشاهده شد. بطور کلی در بین تیمارهای سایبان، تیمار پوشش توری سفید ۳۰ درصد کمترین تأثیر را در حفظ رطوبت خاک بر جا گذاشت (شکل ۴).

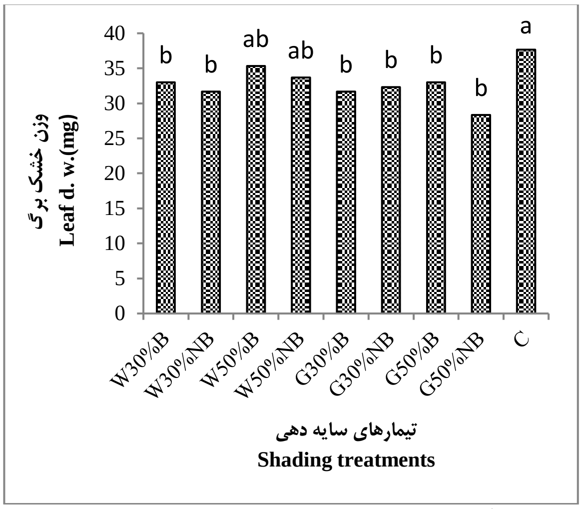


شکل ٤- تأثیر کاربرد انواع مختلف پوشش توری روی درختان انار رقم 'رباب' بر میزان رطوبت خاک

Figure 4- The effect of using different types of net shading for pomegranate trees cv. Rabbab on the soil moisture (DMRT, $p \leq 0.05$).

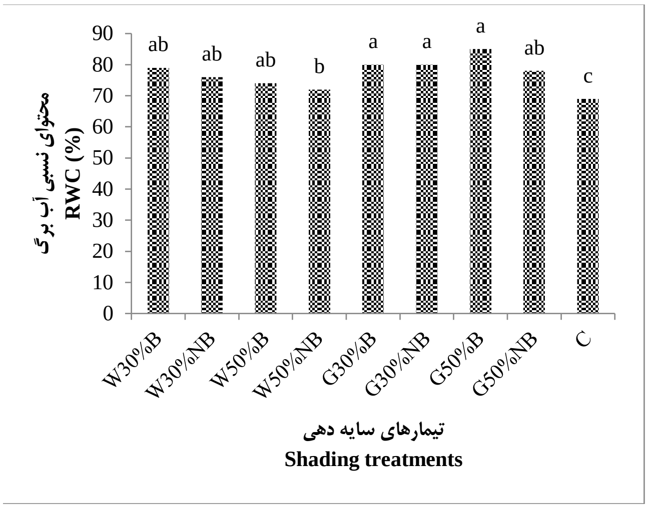
وزن‌تر، وزن خشک و محتوای نسبی آب برگ

بررسی تأثیر کاربرد انواع مختلف پوشش‌های توری روی وزن تر برگ‌های درختان انار رباب نشان داد که بیشترین متوسط وزن تر یک عدد برگ در تیمار شاهد (C) به میزان ۱۰۴/۷ میلی‌گرم بود. اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین متوسط وزن خشک یک عدد برگ نیز در تیمار شاهد (C) به میزان ۳۷/۶۷ میلی‌گرم دیده شد که تفاوت معنی‌داری با اکثر تیمارها داشت. کمترین وزن خشک برگ در تیمار پوشش سبز ۵۰ درصد بدون پایه (G50%NB) به میزان ۲۹ میلی‌گرم بدست آمد. استفاده از پوشش توری باعث کاهش وزن خشک برگ‌ها در اکثر تیمارهای توری شد. بجز تیمارهای W50%NB و W50%B سایر تیمارها کاهش معنی‌داری در سطح ۵ درصد را در رابطه با وزن خشک برگ با شاهد نشان دادند (شکل ۵). بیشترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار پوشش سبز ۵۰ درصد با پایه (G50%B) به میزان ۸۵ درصد دیده شد که دارای تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد در سطح ۵ درصد بود. کمترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار شاهد و برابر ۶۹ درصد بود (شکل ۶).



شکل ۵- تأثیر کاربرد پوشش‌های مختلف توری بر وزن خشک برگ درختان انار رقم 'رباب'

Figure 5- The effect of using different types of net shading on pomegranate cv. Rabbab leaf dry weight (DMRT, $p \leq 0.05$)



شکل ٦- تأثیر کاربرد پوشش‌های مختلف توری بر محتوای نسبی آب برگ درختان انار رقم 'رباب'

Figure 6- The effect of using different types of net shading on pomegranate cv. Rabbab leaf RWC (DMRT, $p\leq0.05$)

میزان پرولین برگ

کاربرد انواع سایبان بر میزان پرولین تجمع یافته در برگ‌های درختان تحت آزمایش معنی‌دار نبود. کمترین میزان پرولین در تیمار سایبان سبز ۳۰ درصد با پایه (G30%B) به میزان ۰/۰۴۵ میکرو مولار در گرم وزن‌تر بود اما سایر تیمارها تفاوت زیادی با یکدیگر نداشتند (به علت معنی‌دار نبودن تفاوت تیمارها نتایج گزارش نشد).

از بین تیمارهای مورد بررسی بهترین رنگ پوست میوه در تیمار سایبان سفید ۵۰ درصد با پایه (W50%B) دیده شد. در این تیمار میوه ها حدود ۷۹ درصد تغییر رنگ داده بودند که تفاوت معنی‌داری با پوشش سفید ۵۰ درصد بدون پایه نداشت. رنگ میوه در تیمار شاهد نیز به حدود ۷۵ درصد رسید اما به علت آفتاب سوختگی این میوه‌ها رنگ مناسبی نداشتند. تغییر رنگ پوست میوه در تیمارهای سایبان سبز ۵۰ درصد بدون پایه حدود ۵۰ درصد بود. در این تیمار برخی از میوه‌ها به علت نزدیکی به پوشش توری حالت شطرنجی داشتند (شکل ۷) که البته بعد از برداشت پوشش‌ها در اوائل مهر ماه این نقیصه تا حدودی بر طرف گردید ولی در مجموع در این تیمار میوه‌ها تغییر رنگ مناسبی ندادند و اکثر میوه‌ها در دامنه رنگی صورتی روشن بودند.

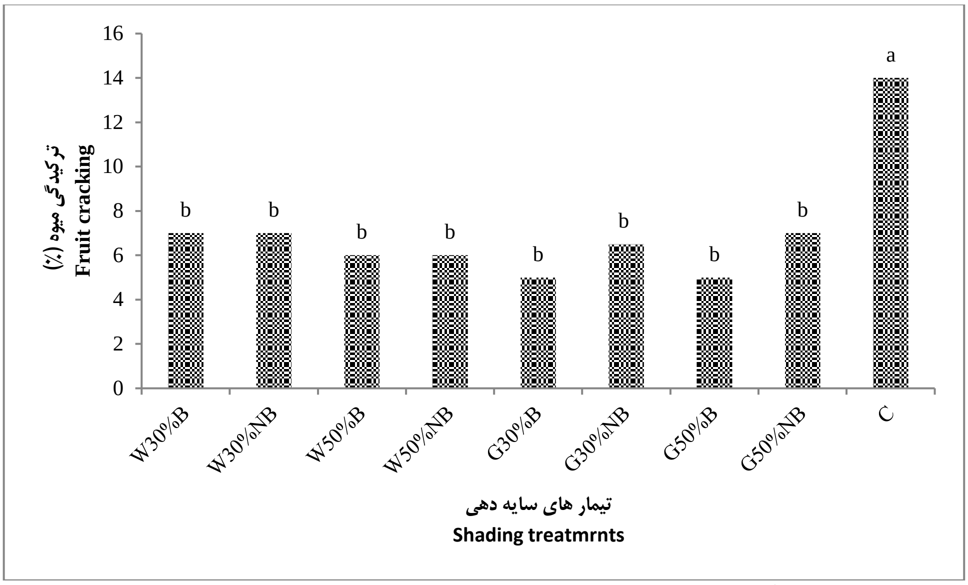
تأثیر استفاده از سایبان در کاهش ترکیدگی میوه و آفتاب‌سوختگی میوه

استفاده از سایبان بطور معنی‌داری میزان ترکیدگی میوه‌ها را نسبت به شاهد کاهش داد. بیشترین میزان ترکیدگی میوه در تیمار شاهد به میزان ۱۴ درصد بود که دارای تفاوت معنی‌داری با کلیه تیمارهای سایبان بود. کمترین میزان ترکیدگی میوه در تیمار سایبان سبز ۳۰ و ۵۰ درصد با پایه به میزان ۵ درصد مشاهده شد (شکل ۸). تیمارهای سایبان با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نشان ندادند.



شکل ۷- رنگ‌گیری نامناسب میوه انار رقم 'رباب' در تیمار پوشش سبز ۵۰ درصد بدون پایه

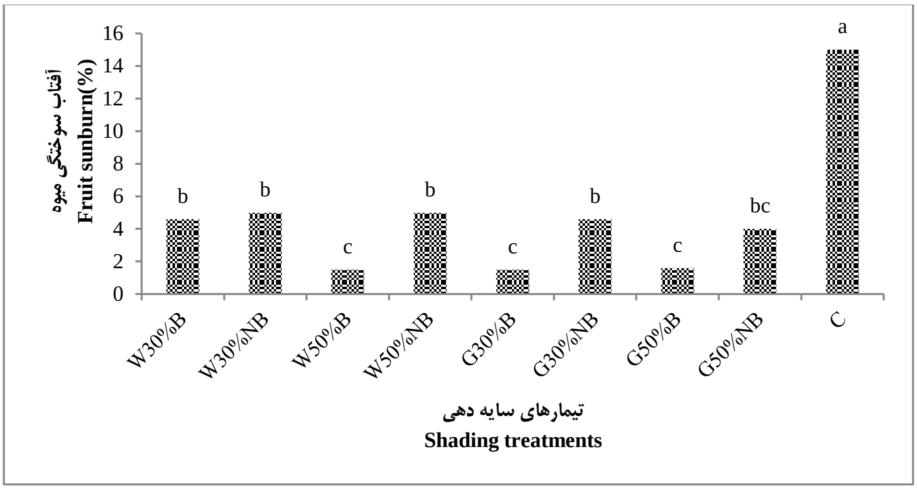
Figure 7- Lack of proper coloring of fruit cv. Rabbab in 50% green shading net cover without base



شکل ۸- تأثیر تیمارهای مختلف سایه‌دهی درختان بر میزان ترکیدگی میوه انار رقم ٬رباب٬

Figure 8- The effect of using different types of net shading on pomegranate cv. Rabbab fruit cracking percentage (DMRT, *p≤0.05*)

یکی از بهترین اثرات استفاده از سایبان‌ها کاهش میزان آفتاب سوختگی میوه بود. بطوری‌که استفاده از پوشش‌های توری بطور معنی-داری میزان آفتاب‌سوختگی را در میوه‌ها نسبت به شاهد کاهش داد. بیشترین میزان آفتاب‌سوختگی میوه در تیمار شاهد به میزان ۱۵ درصد بود که دارای تفاوت معنی‌داری با کلیه تیمارهای سایبان بود. کمترین میزان آفتاب‌سوختگی میوه در تیمارهای پوشش سبز و سفید ۵۰ درصد با پایه و سبز ۳۰ درصد با پایه مشاهده شد که بطور متوسط در این تیمارها کمتر از ۲ درصد میوه‌ها دچار آفتاب‌سوختگی شد (شکل ۹).

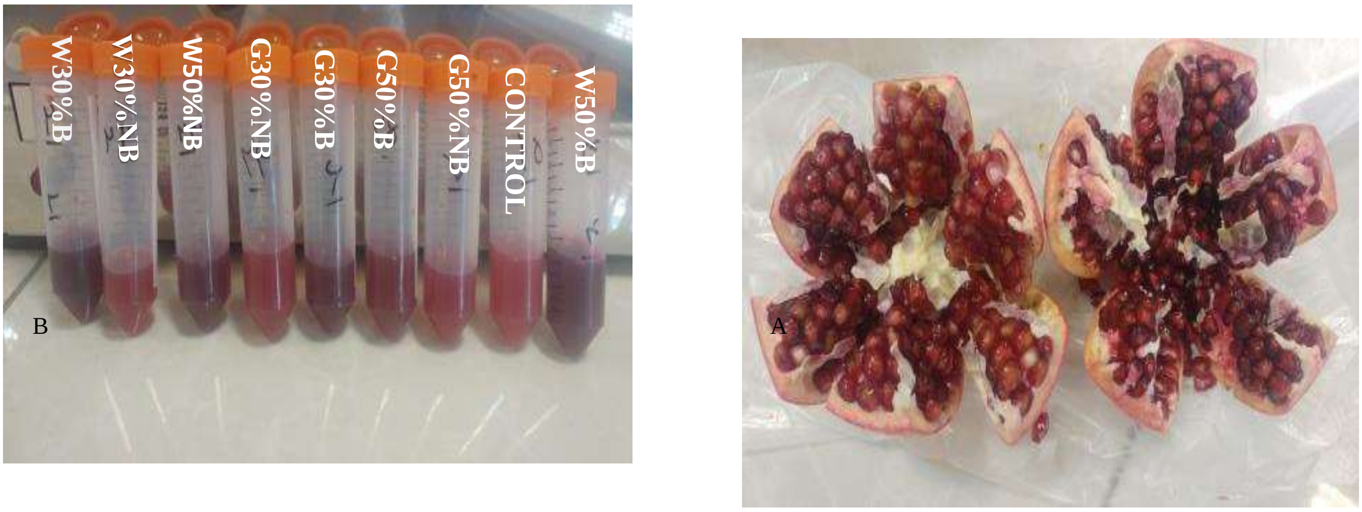


شکل ۹- تأثیر تیمارهای مختلف سایه‌دهی درخت بر میزان آفتاب‌سوختگی میوه انار رقم ٬رباب٬

Figure 9- The effect of using different types of net shading on Pomegranate cv. Rabbab fruit sunburn (DMRT, *p≤0.05*)

دانه سفیدی میوه و رنگ اریل

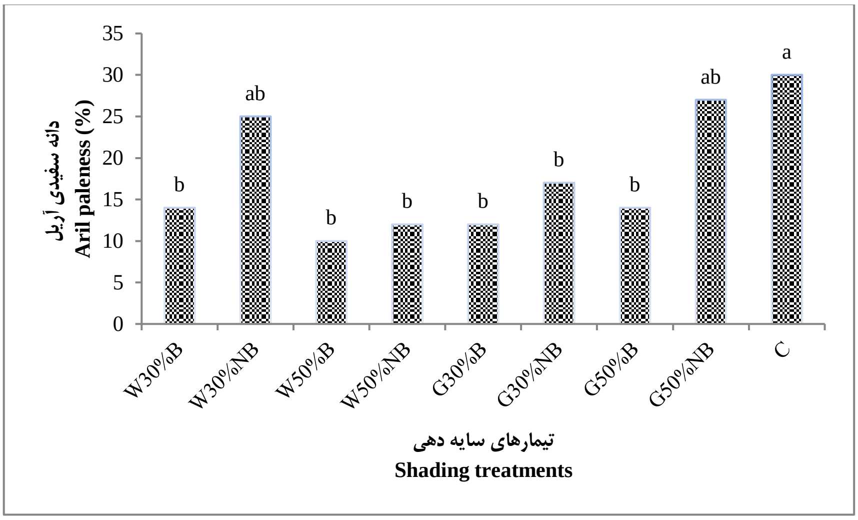
بهترین رنگ آریل‌ها در تیمار سایبان سفید رنگ ۵۰ درصد همراه با پایه بدست آمد (W50%B) که بطور متوسط ۹۰ درصد آریل‌ها دارای رنگ قرمز بودند (شکل ۱۰-A) این تیمار با تیمار شاهد و تیمار سایبان سفید رنگ ۳۰ درصد بدون پایه (W30%NB) دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود. اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- رنگ آریل میوه انار رقم رباب در تیمارسایبان با پوشش سفید ۵۰ درصد با پایه (A). تفاوت رنگ آب میوه در تیمارهای مختلف سایه‌دهی (B)

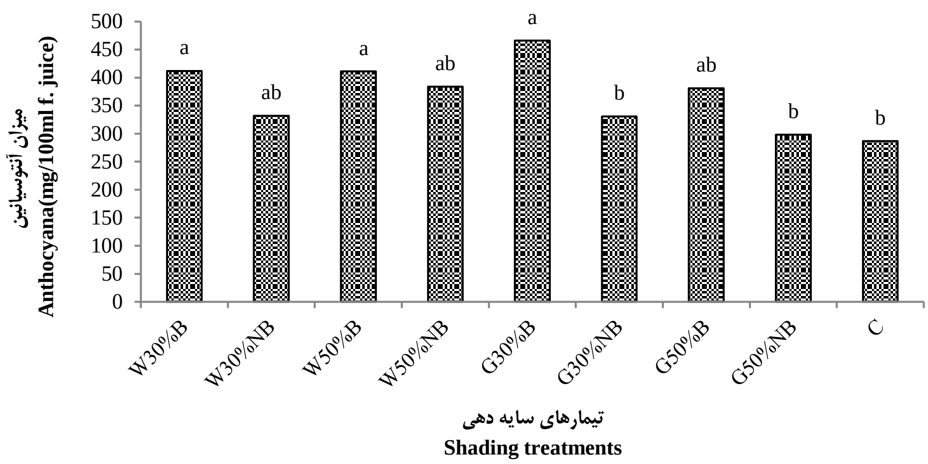
Figure 10- Aril color of pomegranate fruit cv.Rabbab in 50% white net shading treatment (A) and the difference in juice color in different shading treatments (B)

در رابطه با درصد دانه سفیدی در تیمارهای مختلف نتایج نشان داد که استفاده از سایبان به نحو معنی‌داری باعث کاهش میزان دانه سفیدی در میوه‌های انار گردید بطوری‌که میزان دانه سفیدی در میوه‌ها از ۳۰ درصد در تیمار شاهد به ۱۰ درصد در تیمار سایبان سفید ۵۰ درصد با پایه رسید که تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. بطور کلی سایبان باعث کاهش میزان دانه سفیدی در بیشتر تیمارها شد که این کاهش در تیمارهای ۵۰ درصد با پایه (سبز و سفید) بارز تر و دارای اثر بیشتری ازسایر تیمارها بود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- تأثیر تیمارهای مختلف سایه‌دهی درخت بر درصد دانه سفیدی میوه انار رقم 'رباب'

Figure 11- The effect of different net shading treatments on the pomegranate cv. Rabbab percentage of aril paleness (DMRT, *p≤0.05*)



شکل ۱۲- تأثیر تیمارهای مختلف سایه‌دهی درخت بر میزان آنتوسیانین آب میوه انار رقم 'رباب'

Figure 12- The effect of different net shading treatments on anthocyanin content of pomegranate cv. Rabbab fruit juice (DMRT, $p\leq0.05$)

اندازه‌گیری آنتوسیانین آب میوه

نتایج مربوط به اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین آب میوه نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین اب میوه در تیمار سایبان سبز ۳۰ درصد روی پایه (G30%B) مشاهده شد (به میزان ۴۶۶ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) که نسبت به شاهد و همچنین توری‌های سبز بدون پایه تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. در بیشتر درختان دارای پوشش سایبان میزان آنتوسیانین بیشتری در میوه تجمع یافته بود. در مجموع تیمارهایی که توری روی پایه نصب شده بود در مقایسه با همان توری هنگامی که روی تاج درخت قرار می‌گرفت میزان آنتوسیانین بیشتری در میوه وجود داشت (شکل ۱۲).

بحث

استفاده از پوشش‌های توری و سایبان می‌تواند اثرات بسیار خوبی در افزایش خصوصیات کمی و کیفی میوه انار داشته باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اثر پوشش‌های توری در کاهش دمای تاج درخت و میوه محسوس بود، بطوری‌که با استفاده از نوع توری مناسب و روش صحیح نصب آن بسیار تأثیرگذار بوده و تا ۶ درجه سانتی‌گراد دمای کانوپی درخت انار را کاهش داد. در واقع پوشش‌ها بخشی از نور و رنگ را فیلتر کرده و این امر روی نور دریافتی تأثیر گذاشته و میزان انرژی تابشی دریافتی را کاهش داد (Mahmood *et al*., 2018). در همین رابطه پژوهشی که توسط نرجسی (Narjesi, 2021) انجام شد نشان داد که استفاده از انواع مختلف پوشش‌های توری می‌تواند بین ۱/۵ تا ۶ درجه سانتی‌گراد دمای سطح برگ درخت انار را نسبت به محیط خارج کاهش دهد که نتایج پژوهش حاضر با آن همخوانی دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که پوشش‌ها تأثیر مثبتی بر کاهش دمای برگ دارد و در واقع یکی از علل اصلی کاهش آفتاب‌سوختگی در زیر سایبان کاهش دما و شدت نور بود. زیرا که بالا بودن شدت نور و دما باعث افزایش دمای سطح برگ و میوه خواهد شد و این امر به تدریج باعث گرم شدن بیش از حد سطح میوه شده و باعث بروز آفتاب‌سوختگی در ناحیه تحت تابش خواهد گردید. در این زمینه گزارش شده‌است که در میوه‌ی انار آفتاب‌سوختگی هنگامی رخ می‌دهد که دمای سطح میوه به بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد برسد (Yazici & Kaynak, 2009). رنگ توری سایبان بر تابش فعال فتوسنتزی تأثیر می‌گذارد، توری‌هایی با رنگ روشن امکان انتقال تابش بیشتری را نسبت به همتایان تیره رنگ خود فراهم می‌کنند (Mahmood *et al*., 2018). تأثیر مثبت کاربرد رنگ‌های مختلف پوشش‌های توری در کاهش شدت نور در گزارش عباس نیا و همکاران (Abbasnia Zare *et al*., 2019) و نرجسی (Narjesi, 2021) نیز مطرح شده است که انواع مختلف پوشش توری میزان شدت نور را نسبت به شاهد کاهش دادند که نتایج پژوهش حاضر با آنها همخوانی دارد.

استفاده از سایبان باعث حفظ رطوبت خاک در سایه‌انداز زیر درخت شد. تفاوت در میزان رطوبت خاک در زیر پوشش‌های توری در رابطه با کاهش میزان تبخیر و تعرق و کاهش شدت نور در زیر این پوشش‌ها می‌باشد (Blakey *et al*., 2014; Abul-Soud *et al*., 2014). این مزیت‌ها باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ شد که در واقع نشان دهنده میزان و قابلیت گیاه جهت تحمل تنش‌ها می‌باشد (Barrs & Weatherley, 1962). در دسترس بودن بیشتر رطوبت در تیمارهای سایبان می‌تواند زمینه را برای رشد و نمو بهتر گیاه در شرایط تنش رطوبتی فراهم آورد. درصد رطوبت بالاتر در زیر توری‌ها می‌تواند به

طور مستقیم با کاهش تبخیر و تعرق (Blakey *et al*., 2014) و سرعت باد (Abul-;Soud *et al*.,2014) در چنین محیطهایی مرتبط باشد. در نتیجه، نیاز به آبیاری کمتر در زیر سایبان، برای تولیدکنندگان میوه، به‌ویژه در محیطهای کم آب، بسیار مفید می‌باشد. استفاده از سایبان با اینکه باعث کاهش میزان وزن خشک برگ‌ها شد که این امر می‌تواند ناشی از کاهش میزان فتوسنتز و کاهش میزان تهویه در زیر پوشش‌ها باشد ولی با این وجود این کاهش در پوشش‌های سفید ۵۰ درصد روی پایه معنی‌دار نبود و به عبارت دیگر استفاده از پوشش توری سفید ۵۰ درصد روی پایه تأثیر منفی در میزان فتوسنتز بر جا نگذاشت.

براساس نتایج حاصله از پایش دمای تاج درختان و دمای سطح میوه و همچنین در نظر گرفتن شدت نور اندازه‌گیری شده در زیر سایبان در مقایسه با تیمار شاهد مشخص شد میوه‌های آفتاب سوخته و ترک خورده در معرض پرتوهای خورشیدی با شدت زیاد و دمای بالا قرار داشتند که باعث خشک شدن پوست میوه آن‌ها شد. در زیر پوشش‌های سایبان کاهش محسوس دما و شدت نور و کاهش تبخیر آب از سطح میوه ها باعث جلوگیری از عارضه آفتاب سوختگی می‌گردد. در تأیید این موضوع در پژوهشی که در کشور هند انجام شد مشخص گردید که در زیر پوشش سیاه ۵۰ درصد افزایش معنی‌داری در وزن آریل و درصد آب میوه در مقایسه با شاهد وجود دارد (Kale *et al*., 2018). بررسی میزان دانه سفیدی میوه همراه با تجمع میزان آنتوسیانین در آریل‌ها نشان داد که در بیشتر تیمارها رابطه معکوسی بین میزان آنتوسیانین آریل و شیوع دانه سفیدی دیده می‌شود بطوری‌که تیمارهایی که آنتوسیانین بیشتری داشتند میزان دانه سفیدی در آن‌ها کمتر بود و تیمار شاهد که بیشترین دانه سفیدی را داشت کمترین تجمع انتوسیانین در آن دیده شد این نتایج با یافته‌های نرجسی و همکاران (Narjesi *et al*., 2023) همخوانی دارد.

در شرایطی که عوامل محیطی مانند آب و دما ایجاد محدودیت کنند استفاده از پوشش‌های توری می‌تواند یک عامل مهم در بهبود شرایط رشد و نمو و میوه‌دهی باشد. شاید یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از سایبان کاهش ناهنجاری‌هایی مانند ترکیدگی و سوختگی میوه باشد. نتایج حاضر نشان داد که استفاده از سایبان سفید ۵۰ درصد و یا سبز ۳۰ و ۵۰ درصد روی پایه تقریبا بطور کامل این مشکل را برطرف کرده است. در تیمار شاهد در مجموع حدود ۳۰ درصد میوه‌ها به علت این عارضه‌ها کیفیت خود را از دست دادند، در حالی‌که این ناهنجاری‌ها در تیمارهای یاد شده زیر ۵ درصد بود. آفتاب‌سوختگی هنگامی رخ می‌دهد که دمای هوا بیش از ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد و تشعشعات خورشیدی بیش از ۶۰۰ وات بر مترمربع باشد، یا هنگامی‌که دمای سطح میوه به بالاتر از ۴۵ تا ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسیده باشد (Yazici & Kaynak, 2009). براساس ثبت آمار میزان حداکثر دمای باغ در فصل تابستان، از اواخر تیر تا اواسط مردادماه در محل آزمایش به بیش از ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسیده بود، که در چنین شرایطی انتظار می‌رود دمای سطح میوه بیش از حد تحمل گیاه افزایش یافته و آفتاب‌سوختگی میوهٔ انار اتفاق افتد (Meighani *et al*., 2017). در واقع کاهش آسیب و زیان آفتاب‌سوختگی انار با کاربرد پوشش سایبان می‌تواند به واسطهٔ کاهش دمای سطح میوه و افزایش انعکاس تشعشعات خورشیدی توسط پوشش‌ها باشد (Kavand *et al*., 2021). آفتاب‌سوختگی و ترکیدگی میوه علاوه بر کاهش جذابیت و بازارپسندی میوه‌ی انار، باعث افزایش حساسیت میوه به پوسیدگی و کاهش دوره ماندگاری آن نیز می‌شود (Narjesi, 2021). در نتایجی مشابه با آزمایش حاضر کاهش معنی‌دار درصد آفتاب‌سوختگی با استفاده از سایبان از ۱۷ درصد در تیمار شاهد به ۲/۹ درصد در تیمار سایبان صورت گرفته است (Kale *et al*., 2018). یکی از مشکلاتی که در سال‌های اخیر در اکثر باغات میوه در مناطق عمده انارکاری مشاهده می‌شود بروز عارضه دانه سفیدی میوه است. بررسی حاضر نشان داد که استفاده از پوشش توری به نحو معنی‌داری میزان دانه سفیدی میوه را کاهش داده و سبب بهبود کیفیت میوه می‌گردد که این امر باعث کاهش ضایعات میوه‌های تولیدی شده و باعث افزایش درآمد باغداران خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق اطلاعات مفیدی را در راستای تشخیص تفاوت بین شرایط محیطی و خصوصیات کمی و کیفی میوه‌های انار رشد یافته زیر پوشش سایبان در مقایسه با میوه‌های رشد یافته در شرایط باغ (بدون پوشش)، ارائه داد. اثر مؤثر سایبان در کنترل آفتاب‌سوختگی، ترکیدگی و دانه سفیدی آریل انار در میوه‌ها ناشی از اثر خنک‌کنندگی و تعدیل دمای هوا در اطراف تاج درختان زیر سایبان است که از برخورد مستقیم نور خورشید به سطح برگ و میوه‌ها و بروز تنش دمایی در آن ها جلوگیری نموده و هم‌چنین به سبب کاهش دما و شدت نور، موجب افزایش درصد رطوبت نسبی و کاهش تبخیر از سطح خاک شده و میکروکلیمای مناسبی را برای انجام فرآیندهای فیزیولوژی درخت همانند فتوسنتز، سنتز رنگیزه آنتوسیانین، تبخیر و تعرق در بافت برگ و میوه فراهم می‌نماید. از میان تیمارهای مورد بررسی، بهترین تیمارها از نظر رنگ، درصد سایه‌دهی و روش اجرا، تیمارهای توری سفید و سبز ۵۰٪ روی پایه و سبز ۳۰ درصد روی پایه بود. در حالت کلی کاربرد این پوشش‌ها روی پایه به ارتفاع ۴ متر از زمان گردویی شدن میوه‌های انار (خرداد ماه) تا زمان قبل از رسیدگی و برداشت محصول به‌دلیل اثرات مثبتی که بر کاهش تنش‌های دمایی و نور و افزایش درصد رطوبت وزنی خاک و محتوای نسبی آب برگ دارد، توصیه می‌شود. زیرا علاوه

بر کنترل آفتاب‌سوختگی باعث افزایش عملکرد کمی محصول انار، افزایش ویژگی‌های کیفی میوه مانند آنتوسیانین و بهبود رنگ میوه و آریل انار می‌گردد.

سپاسگزاری

لازم است از مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس که امکانات و منابع مالی لازم جهت اجرای پروژه فوق را مهیا نمودند سپاسگزاری نمایم.

References

1. Abbasnia Zare, S.K., Sedaghathoor, S., Dahkaei, P., & Hashemabadi, D. (2019) The effect of light variations by photoselective shade nets on pigments, antioxidant capacity, and growth of two ornamental plant species: Marigold (*Calendula officinalis* L.) and violet (*Viola tricolor*). *Cogent Food & Agriculture*, *5*, 1-16. https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1650415
2. Abul-Soud, M.A., Emam, M.S.A., & Abdrabbo, M.A.A. (2014). Intercropping of some *Brassica* crops with mango trees under different net house color. *Journal of Research in Agriculture and Biology*, *10*, 70–79. https://doi.org/10.24297/jaa.v3i1.5407
3. Amarante, C., Steffens, C., & Argenta, L. (2010). Radiation, yield, and fruit quality of 'Gala'apples grown under white hail protection nets. *Acta Horticulturae*, *934*, 1067–1074. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.143
4. Barrs, H.D., & Weatherley, P.E. (1962) A re-examination of the relative turgidity techniques for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*, *15*, 413-428. https://doi.org/10.1071/BI9620413
5. Bates, L. (1973). Rapid determination of free poline for water stress studies. *Plant Soil*, *39*, 205-207.
6. Blakey, RJ, van Rooyen, Z., Köhne, J.S., Malapana, K.C., Mazhawu, E., Tesfay, S.Z., & Savage, M.J. (2016). Growing avocados under shadenetting. Progress report-Year 2, *South African Avocado Growers' Assosiation Yearbook*, *39*, 80-83.
7. Bonyanpour, A., & Jamali, B. (2022). Comparision of some physicochemical characterestics and polyphenolic content in six pomegranate (*Punica granatim*) cultivars. *Journal of Horticultural Science*, *36*(3), 709-719. https://doi.org/10.22067/jhs.2022.74271.1116
8. Esna-Ashari, M., & Hassani Moghadam, E. (2021). Selection of six commercial Iranian pomegranate (*Punica granatum*) cultivars for drought stress tolerance based on some leaf nutrient elements. *Journal of Horticultural Science*, *35*(3), 355-365. https://doi.org/10.22067/jhs.2021.60222.0
9. Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J., & Puterka, G. (2002). A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of American Society for Horticultural Science*, *127*, 188-193. https://doi.org/10.21273/JASHS.127.2.188
10. Glenn, D. M., Wunsche J., Mclvor, L., Nissen, R., & George, A. (2008). Ultraviolet radiation effects on fruit surface respiration and chlorophyll fluorescence. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *83*(1), 43-50. https://doi.org/10.1080/14620316.2008.11512345
11. Hanson, A.D., & Hitz, W.D. (1982). Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Annual Review of Plant Biology*, *33*, 163-203. https://doi.org/10.1146/annurev.pp.33.060182.001115
12. Holland, D., Hatib, K., & Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews*, *35*(2), 127-193.
13. Iran agriculture statics. (2020). Vice president of planning and economic affairs, Bureau of statics and information technology . Minister of jehad & agriculture. Tehran, Iran.
14. Jamali, B., Eshghi, S., & Shahidi-Rad, K. (2015). Growth and fruit characteristics of strawberry cv. Selva as affected by different application timing of salicylic acid under saline conditions. *International Journal of Fruit Science*, *80*, 1-1. https://doi.org/10.1080/15538362.2015.1015761
15. Kale, S.J., Nath, P., Meena, V.S., & Singh, R.K. (2018). Semi-permanent shadenet house for reducing the sunburn in pomegranates (*Punica granatum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, *6*(5), 2053-2057.
16. Kavand, M., Arzani, K., Barzegar, M., & Mirlatifi, M. (2021). Orchards management for reducing pomegranate aril browning disorder. *Acta Horticulturae*, 503-512. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1315.74
17. Mahmood, A., Hu, Y., Tanny, J., & Asante, E.A. (2018). Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: A review of recent advances. *Scientia Horticulturae*, *241*, 241–251. https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2018.06.078
18. Meighani, M., Ghasemnezhad, M., & Bakhshi, D. (2017). Effect of kaolin on the sunburn damage and qualitative characteristics of pomegranate fruit cv. Malas-e-Torsh-e-Saveh. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *47*(3), 491-499. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijhs.2016.59811
19. Moradi, S., Zamani, Z., Fatahi Moghadam, M.R., & Koushesh Saba, M. (2022). Combination effects of preharvest tree net-shading and postharvest fruit treatments with salicylic acid or hot water on attributes of pomegranate frui. *Scientia Horticulturae*, *304*, 111257. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111257

20. Narjesi, V. (2021). Effects of different shade netting treatments on some quantitative and qualitativec of pomegranate fruits cv. Malas-e- Saveh', *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *31*(1), 275-293. https://doi.org/10.22059/IJHS.2016.59811
21. Narjesi, V., Fatahi Moghadam, J., & Ghasemi-Soloklui, A.A. (2023). Effects of photo-selective shade net color and shading percentage on reducing sunburn and increasing the quantity and quality of pomegranate fruit, *International Journal of Horticultural Science & Technology*, *10*, 25-38. https://doi.org/10.22059/ijhst.2022.343648.567
22. Schrader, L.E., Kahn, C., & Elfving, D.C. (2009). Sunburn browning decreases at-harvest internal fruit quality of apples (*Malus domestica* Borkh.). *International Journal of Fruit Science*, *9*, 425-437. https://doi.org/10.1080/15538360903378781
23. Shahak, Y. (2008). Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. *Acta Horticultureae*, *770*, 161-168. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.770.18
24. Tinyane, P.P., Soundy, P., & Sivakumar, D. (2018). Growing ‘Hass’ avocado fruit under different coloured shade netting improves the marketable yield and affects fruit ripening. *Scientia Horticulturae*, *230*(7), 43-49. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.020
25. Treder, W., Mika, A., Buler, Z., & Klamkowski, K. (2016). Effects of hail nets on orchard light microclimate, apple tree growth, fruiting and fruit quality. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, *15*(3), 17-27.
26. White, A.L., & Jahnke, L.S. (2002). Contrasting effects of UV-A and UV-B on photosynthesis and photoprotection of carotene in two *Dunaliella* spp. *Plant and Cell Physiology*, *43*, 877–884.
27. Yazici, K., Karasahin, I., Sahin, G., Erkan, M., & Kaynak, L. (2005). Effects of kaolin applications and modified atmosphere conditions on protection in pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar). *Acta Horticulturae, 818*, 325-334. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.818.26
28. Yazici, K., & Kaynak, L. (2006). Effects of kaolin and shading treatment on sunburn on fruit of Hicnazar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicnazar). *Acta Horticulturae*, *818*, 167-174.
29. Yazici, K., & Kaynak, L. (2009). Effects of air temperature, relative humidity and solar radiation on fruit surface temperatures and sunburn damage in pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar). *Acta Horticulturae*, *818*, 181–186. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.818.26
30. Zhou, K., Jerszurki, D., Sadka, A., Shlizerman, L., Rachmilevitch, S., & Ephrath, J. (2018). Effects of photoselective netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate. *Scientia Horticulturae*, *238*, 272-280. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.054